



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 46 469 A1** 2004.04.15

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 46 469.3**

(22) Anmeldetag: **04.10.2002**

(43) Offenlegungstag: **15.04.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F04B 43/12**

(71) Anmelder:  
**Applica GmbH, 50996 Köln, DE**

(72) Erfinder:  
**Gottschalk, Andreas, 53332 Bornheim, DE**

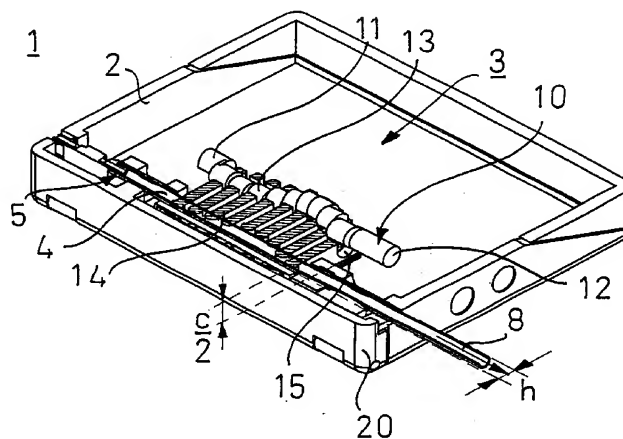
(74) Vertreter:  
**Sternagel, Fleischer, Godemeyer & Partner,  
Patentanwälte, 51429 Bergisch Gladbach**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Pumpvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Pumpvorrichtung (1) mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung (3) zum Pumpen eines Mediums durch eine Leitung (4) mit zumindest einem kompressiblen Abschnitt, enthaltend eine einstückige Welle (10) mit versetzt zueinander angeordneten Nocken und aufgeführten Lamellen (14), wobei eine Zwangsführung für die Lamellen (14) vorgesehen ist, sind die Nocken Nocken-segmente (13) und liegt das Verhältnis zwischen Lamellenhöhe (c) und -hub (h) bei etwa 3 : 1 oder weniger. Bei einer Welle (10) für eine Pumpvorrichtung (1) mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung (3), wobei die Welle einstückig geformt ist, ist die Welle (10) kernwellenlos mit zueinander versetzten, aneinander angrenzenden Nockensegmenten (13) ausgebildet.



## Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Pumpvorrichtung mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung zum Pumpen eines Mediums durch eine Leitung mit zumindest einem kompressiblen Abschnitt, enthaltend eine Welle mit versetzt zueinander angeordneten Nocken und aufgeführten Lamellen, wobei eine Zwangszuführung für die Lamellen vorgesehen ist.

[0002] Pumpvorrichtungen mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung zum Pumpen eines Mediums durch einen Schlauch werden beispielsweise als Transfusionspumpen und Infusionspumpen verwendet. Derartige Geräte sind im Stand der Technik bekannt. Bei den meisten Geräten wird eine Rückstellung der Lamellen durch die Schlauchelastizität erzeugt. Hierbei muss also die Schlauchelastizität so groß gewählt werden, dass ein Zurückschieben der Lamellen durch den Schlauch möglich ist. Üblicherweise werden daher Schläuche aus Silicon verwendet. Ist kein Rückzugsystem vorgesehen, kann es zu einem Klemmen des Schlauches und einer Behinderung des Durchflusses bzw. einem ungewollten Rückfluss kommen.

## Stand der Technik

[0003] Aus DE 692 01 966 T2 ist beispielsweise der Aufbau einer Peristaltikpumpe bekannt zum Pumpen eines Fluids von einer Fluidquelle durch eine Leitung, wobei eine Antriebswelle mit Nockenplatten vorgesehen ist, die exzentrisch mit einem Schraubenmuster entlang der Antriebswelle an dieser befestigt und mit dieser verdrehbar sind und mit Fingerplatten, die an der Leitung angreifen und mit den Nockenplatten der Antriebswelle gekoppelt sind. Es ist eine durchgehende Kernwelle als Antriebswelle vorgesehen, auf der die Nockenplatten befestigt sind. Die Fingerplatten weisen jeweils eine Durchgangsöffnung auf, mit der sie auf die Nockenplatten aufgesteckt sind.

[0004] Die EP 0 422 855 B1 offenbart eine Peristaltikpumpe mit einer durchgehenden Welle mit daran angeformten Nocken. Auf den Nocken sind Fingerplatten aufgeführt, die jeweils eine im Wesentlichen rechteckige Durchgangsöffnung aufweisen, in die die im Querschnitt runden Nocken eingreifen. Die Fingerplatten bzw. Finger drücken gegen eine Membran, unter der ein Schlauch durchgeführt wird. In dem Patent wird das Vorsehen von vier Fingern bevorzugt. Die einzelnen Finger sind unterschiedlich lang bzw. legen ein Mehrfaches der Strecke zurück, die ein anderer Finger zurücklegt. Es wird zwischen pumpenden und klemmenden Fingern unterschieden, wobei die klemmenden Finger an erster und dritter Position und die pumpenden Finger an zweiter und vierter Position vorgesehen sind. Die Nocken der klemmenden Finger sind nur einseitig und um 180° zueinander verdreht an der Welle vorgesehen, wohingegen die Nocken der pumpenden Finger im Wesentlichen in gleicher Positionierung an der Welle an-

geordnet sind.

[0005] Aus der DE 690 18 208 T2 ist ebenfalls eine Peristaltikpumpe bekannt, bei der eine durchgehende Antriebswelle mit darauf aufgeführten Nocken und mit diesen gekoppelten Fingern vorgesehen ist. Es ist ein einstellbares Ausrichtmittel zur Festlegung einer Drehachse der Nockenwelle vorgesehen, um den Fluidstrom durch einen in die lineare Peristaltikpumpe eingelegten Schlauch zu linearisieren. Durch das einstellbare Ausrichtmittel wird die rotierende Nockenwelle so lange geneigt, bis der Fluidstrom im Wesentlichen linear ist. Die Finger sind im Wesentlichen gleich lang und die Nockenscheiben exzentrisch auf der Antriebswelle montiert.

[0006] Aus der DE 693 03 516 T2 ist eine lineare Peristaltikpumpe bekannt, bei der eine motorbetriebene Nockenwelle drehbar in einem Rahmen gehalten und parallel zu einem flexiblen ebenfalls gehaltenen Schlauch angeordnet ist. Die Nockenwelle weist zumindest drei Nocken auf, die in einem Winkel zueinander versetzt angeordnet sind. Für jeden Nocken ist ein Stößel vorgesehen, der zwischen parallel verlaufenden Führungsflächen in einer zur Nockenwelle senkrecht verlaufenden Richtung geführt wird und Endflächen zum Zusammendrücken des flexiblen Schlauchs aufweist. Jeder Nocken ist mit drei Bogenabschnitten versehen, wobei ein erster Abschnitt für die Druckphase, ein zweiter Abschnitt zum Halten des flexiblen Schlauchs in verschlossenem Zustand und ein dritter Abschnitt zur schnellen Freigabe des Schlauches vorgesehen sind.

[0007] Auch aus der DE 690 10 194 T2 ist eine Peristaltikpumpe mit einer starren Antriebswelle bekannt. Auch auf dieser Antriebswelle ist eine Vielzahl von Nocken vorgesehen, wobei jeder der Nocken zu dem jeweils benachbarten Nocken winkelveersetzt ist. Mit den Nocken zusammenwirkend ist eine Vielzahl von sich hin und her bewegenden Druckfingern vorgesehen, wobei diese von den Nocken angetrieben werden. Die Drehbewegung der Antriebswelle wird in eine lineare Wellenbewegung der Druckfinger umgewandelt. Ein Schlauch ist zwischen den Druckfingern und einer Druckplatte als Widerlager eingeschlossen, wobei die Fluidbewegung durch die Druckfinger bewirkt wird.

[0008] Aus der DE 690 08 638 T2 ist eine Transfusionspumpe bekannt, die über einen Antriebsmechanismus Finger bewegt, die aufgrund ihrer Y-Form und einseitigen Befestigung an einem Schenkel über den anderen Schenkel an einem Schlauch angreifen und diesen zusammendrücken können. Der Antriebsmechanismus weist eine Antriebswelle auf, auf der zwölf exzentrische Nockenscheiben aufgeführt sind, die sich an die jeweiligen Fingerfortsätze anlegen. Durch Drehen der Antriebswelle und der darauf befindlichen Nocken werden die Fingerfortsätze ausgelenkt und dadurch ebenfalls die dazu abgewinkelt stehenden Schenkel, die an dem Schlauch anliegen, wodurch dieser fortlaufend zusammengedrückt und eine Fluidförderung bewirkt wird.

[0009] In der DE 36 11 643 C2 ist eine peristaltische Schlauchpumpe, die als Einschubeinheit ausgebildet ist, offenbart. Die Schlauchpumpe weist zwölf als Druckglieder wirkende erste und zweite Druckorgane auf, die hintereinander liegend angeordnet sind. Das erste Druckorgan ist dabei als eine rechteckige Platte ausgebildet, die zwei Vorsprünge an der dem zweiten Druckorgan zugewandten Seite aufweist. Das zweite Druckorgan wird durch zwei stabförmige identisch ausgebildete Glieder gebildet. Auf einer Antriebswelle sind in gleichmäßigen Abständen, die etwas länger als die Dicke der Glieder ist, zwölf Nockenscheiben angeordnet, an deren Steuerfläche jeweils eine Platte anliegt. Es ist also wiederum eine durchgehende Antriebswelle mit darauf aufgeführten Nockenscheiben vorgesehen.

[0010] In der DE 25 26 060 A1 ist eine peristaltische Schlauchpumpe offenbart, bei der der Schlauch durch eine Anzahl nebeneinander angeordneter identischer Pleuelstangen hindurchgeführt und von diesen getragen wird und sich durch eine Öffnung an einem Ende jeder Pleuelstange, deren anderes Ende an einem Kurbelzapfen einer Kurbelwellenkröpfung drehbar gelagert ist, erstreckt. Die Pleuelstangen werden durch die Kurbelwelle in eine auf- und niedergehende Bewegung versetzt. Die Kurbelwellenkröpfungen sind zueinander in einem Winkel versetzt auf der Kurbelwelle vorgesehen. Da der Schlauch durch die Pleuelstangen hindurchgeschoben ist, folgt er der auf- und niedergehenden Bewegung. Der Schlauch ist mit seinen Enden in einem Pumpenende befestigt und umschließt über seine gesamte Länge eine unbewegliche kreisförmige Stange, die in diesem zentriert ist, sofern keine äußere Beanspruchung durch die Pleuelstangenbewegung auf den Schlauch einwirkt. Bei der fortschreitenden transversalen Wellenbewegung des Schlauches legt sich dieser fortschreitend an der Stange an, wodurch die über und unter der Stange befindlichen Kanäle jeweils geschlossen und geöffnet werden und dadurch die Fluidbewegung in dem Schlauch erzeugt wird. Dies erfolgt ohne Klemmung des Schlauchs, jedoch aufgrund der besonderen Formgebung der Pleuelstangen mit den Durchführöffnungen für den Schlauch und des zusätzlichen Vorsehens der durch den Schlauch hindurchgehenden Stange mit verhältnismäßig großem Aufwand.

[0011] Neben den vorstehend genannten Peristaltikpumpen mit Antriebswellen und Nocken bzw. Kurbelwelle und Kröpfungen ist es noch bekannt, eine Schlauchpumpe mit gebauter Welle vorzusehen, wie dies insbesondere aus der DE 92 05 733 U1 hervorgeht. Die Schlauchpumpe weist hintereinander angeordnete Schieber auf, die mit ihrer Stirnfläche den Schlauch in rhythmischem Wechsel beaufschlagen. Die Schieber werden von winkelfersetzt angeordneten Exzentrerscheiben gesteuert, die sich um eine gemeinsame Achse drehen. Die gemeinsame Achse wird von Achsstummeln gebildet, die jeweils auf der einen Seite einer jeweiligen Exzentrerscheibe vorste-

hen und in korrespondierende Vertiefungen der jeweils benachbart liegenden Exzentrerscheibe eingefügt werden. Zur weiteren Sicherung der Achsstummel aneinander sind außerdem Steckzapfen vorgesehen, die jeweils in Löcher benachbarter Exzentrerscheiben eingefügt werden. Durch den jeweiligen Versatz von Löchern und Steckzapfen wird der Versatz der Exzentrerscheiben zueinander gebildet. Diese Form des Aufbaus einer mit Exzentrerscheiben versehenen Welle oder Achse erweist sich als recht aufwendig aufgrund der großen Anzahl der Einzelteile, die zueinander passend hergestellt werden müssen.

#### Aufgabenstellung

[0012] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine weniger aufwendige Pumpvorrichtung mit peristaltischer Antriebseinrichtung zu bilden, die eine möglichst gute Durchflussrate bei kleiner Bauart zur Verfügung stellt, und bei der ein Klemmen eines Schlauchs bzw. einer Leitung im Bereich ihres zumindest einen kompressiblen Abschnitts vermieden werden kann.

[0013] Die Aufgabe wird durch eine Pumpvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass Nocken Nockensegmente sind und das Verhältnis zwischen Lamellenhöhe und Hub bei etwa 3:1 oder weniger liegt. Bei einer Welle für eine Pumpvorrichtung mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung, wobei die Welle einstückig geformt ist, wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Welle kernwellenlos mit zueinander versetzten, aneinander angrenzenden Nockensegmenten ausgebildet ist. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0014] Dadurch wird eine Pumpvorrichtung mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung vorgesehen, die sehr klein ausgebildet werden kann bei einer hohen Durchflussrate, die insbesondere bei 8 l/h liegt. Dies ist mit kleinen Pumpenmodellen des Standes der Technik nicht möglich. Bei Vorsehen einer Antriebswelle mit darauf aufgeführten Nockenscheiben, wie sie vorstehend im Stand der Technik beschrieben sind, sind die für derart hohe Durchflussraten erforderlichen Hübe nicht zu erzielen. Mit den Pumpvorrichtungen nach dem Stand der Technik sind bestenfalls Verhältnisse zwischen Lamellenhöhe und -hub von 7,5:1 und schlechter möglich. Die bekannten Lamellen weisen eine Höhe von beispielsweise 30 mm bei einer Öffnungsweite der Öffnungen zum Durchführen von Nockenscheiben von 23 mm auf. Mit den Konzepten der durchgehenden Antriebswellen mit aufgeführten Nockenscheiben nach dem Stand der Technik sind hierbei nur Hübe von 4 mm möglich. Aufgrund des Vorsehens einer Zwangsführung für die Lamellen wird von diesen stets ein definierter Zustand eingenommen und kann das Risiko des Klemmens des Schlauchs, was zu dessen Verletzung führen kann, vermieden werden. Dieser Vorteil einer

Zwangsführung ist vorteilhafterweise in Verbindung mit einem besonders hohen Hub der Lamellen möglich. Mit den Pumpvorrichtungen des Standes der Technik ist dies nicht möglich. In vielen Fällen bewirkt die Elastizität des Schlauches eine Rückstellung der Lamellen. Da das Risiko eines Abklemmens eines Schlauches trotz der hohen Hübe bei der vorliegenden Erfindung nicht zu befürchten steht, können auch billigere Schläuche als die üblichen Siliconschläuche verwendet werden, beispielsweise PVC-Schläuche. Hierdurch werden vorteilhaft Betriebskosten eingespart.

[0015] Vorzugsweise ist die Welle kernwellenlos. Es wird also keine durchgehende Welle vorgesehen, auf die Nockenscheiben aufgefugt sind. Es wird auch keine gebaute Welle verwendet, wie dies in der DE 92 05 733 U1 offenbart ist. Vielmehr wird vorteilhaft eine im Wesentlichen aus aneinandergesetzten Nockensegmenten ohne zentrale Kernwelle gebildete Welle verwendet. Diese ist jedoch einstückig, besonders bevorzugt im Gussverfahren hergestellt. Hierdurch wird es möglich, die Nockensegmente mit solchen Abstufungen zueinander zu versehen, dass auch bei besonders kleinen Lamellenabmessungen sehr große Hübe erreicht werden können. Die Lamellen sind hierbei auf die Welle aufgefugt. Durch das Einsparen einer durchgehenden Kernwelle und das bloße Aneinanderfügen von Nockensegmenten können beliebige Formen der Welle erzielt werden, die vorzugsweise an den jeweiligen Anwendungsfall anpassbar sind. Welle und Lamellen bestehen bevorzugt aus einem Kunststoffmaterial. Die Wahl des Kunststoffmaterials kann sich bevorzugt nach den Festigkeitsanforderungen richten.

[0016] Bevorzugt weist die Welle einen dünnen durchgehenden Kernbereich auf, insbesondere einen durchgehenden Kernbereich mit einem Durchmesser von unter 1 mm. Hierdurch kann die Stabilität der Welle vergrößert, insbesondere verdoppelt werden. Es wird also keine durchgehende Kernwelle vorgesehen, auf die die Nockenscheiben aufgefugt sind, sondern ein durchgehender Kernbereich, den jedes Nockensegment der Welle bzw. jedes Segment der Welle durchläuft. Die Knickstabilität wird dadurch ersichtlich vergrößert, da ein zwar schmaler, jedoch durchgehender stabiler Bereich geschaffen wird.

[0017] Vorzugsweise ist eine ungerade oder gerade Anzahl von Nockensegmenten vorgesehen. Vorzugsweise sind die Nockensegmente so zueinander versetzt, dass nur ein Nockensegment einen maximalen Abstand zu einer fiktiven Mittellinie der Welle aufweist. Hierdurch wird es ermöglicht, dass durch die Lamellen ein in die Pumpvorrichtung eingelegter Schlauch einerseits nicht vollständig abgeklemmt, andererseits jedoch ohne dass ein Rückfluss befürchtet werden müsste, fortschreitend einseitig so zusammengedrückt wird, dass eine Fluidströmung in dem Schlauch erzeugt werden kann.

[0018] Bevorzugt ist die Anordnung der Nockensegmente entlang der Welle so gewählt, dass ein Pump-

vorgang in zwei Richtungen (erste und entgegengesetzte zweite Richtung) möglich ist.

[0019] Besonders bevorzugt ist ein gleichmäßiger Versatz der Nockensegmente vorgesehen, insbesondere ein Versatz von 40° bei neun Nockensegmenten. Je nach Anwendungsfall kann jedoch auch ein ungleichmäßiger Versatz der Nockensegmente vorgesehen werden, da diese aufgrund des Vorsehens einer kernwellenlosen Welle beliebig zueinander versetzt ausgebildet werden können. Ein gleichmäßiger Versatz der Nockensegmente trägt jedoch zu einem symmetrischeren Aufbau und gleichmäßigeren Pumpvorgang bei.

[0020] Vorzugsweise wird die Pumpvorrichtung als Infusionspumpe, Transfusionspumpe, für die Dialyse oder als Schlauchpumpe für einen anderen medizinischen Zweck verwendet. Gerade bei dem Anwendungsfall in der Dialyse kann eine Zerstörung des Blutplasmas verhindert werden, was ansonsten durch Klemmen des Schlauchs auftreten könnte. Wichtig ist hierbei lediglich, dass ein Volumen vorne und hinten, also beim ersten und beim letzten Nockensegment, dicht eingeschlossen werden kann und die übrigen Lamellen bzw. Nockensegmente zur Volumenverkleinerung dienen. Die erste und letzte Lamelle werden bevorzugt als Ventil geschaltet und die übrigen Lamellen werden bevorzugt so eingestellt, dass in jeder Position zumindest ein schmaler Spalt zwischen den Wänden des durch die Lamellen beaufschlagten Schlauches verbleibt. Außerdem ist vorteilhaft eine Nutzung der Pumpvorrichtung für ein Zweikanalsystem möglich, indem beidseitig an die Welle Lamellen angefügt und zwei Schläuche an der Welle beidseitig vorbeigeführt werden.

[0021] Vorzugsweise besteht die Welle aus einem Kohlefaserwerkstoff, einem glasfaserverstärkten Polymer oder einem anderen stabilen und maßhaltigen Material. Gerade bei der Verwendung eines Kohlefaserwerkstoffs sind große Belastungen möglich, insbesondere Belastungen bis 20 kg. Ein Brechen der Welle steht hierbei auch bei besonders ausgefallener Gestaltung der Welle ohne Kernwellenbereich nicht zu befürchten. Die Verwendung eines glasfaserverstärkten Polymers erweist sich ebenfalls als vorteilhaft, insbesondere im Lagerbereich der Welle, da eine Schmierung des Lagers nicht möglich ist und dieses bei Verwendung eines solchen glasfaserverstärkten Polymers keiner Schmierung bedarf. Auch kann mit den vorstehend genannten Werkstoffen bzw. alternativen stabilen und maßhaltigen Werkstoffen eine Genauigkeit vom ersten bis zum letzten Nockensegment von insbesondere 5/100 mm erzielt werden. Zur Lagerung der Welle können bevorzugt Gleitlager oder Kugellager verwendet werden.

[0022] Vorteilhaft entspricht bei den zur Verwendung mit einer solchen Pumpvorrichtung vorgesehenen Lamellen die Durchgangsöffnung in Längsrichtung im Wesentlichen dem Außendurchmesser von Nockensegmenten der Welle, auf die die Lamellen auffügbar oder aufgefugt sind. Hierdurch wird sicher-

gestellt, dass die Lamellen von der Welle bzw. deren Nockensegmenten sicher mitgenommen werden, ohne auf diesen zu klemmen oder zu verrutschen. Besonders bevorzugt ist die Durchgangsöffnung im Wesentlichen ein Langloch mit einer größeren Erstreckung quer zur Längsrichtung der Lamelle. Hierdurch ist eine freie Beweglichkeit der Lamelle auf dem Nockensegment in der Richtung quer zur Längsrichtung der Lamelle möglich, was ein Verklemmen der Lamelle bei der Bewegung der Welle verhindert, zugleich aber deren Mitnahme durch die Welle sicherstellt. Die Lamelle bleibt somit nicht ungewollt auf dem Schlauch klemmend stehen, sondern wird, ohne dessen Schlauchelastizität zu benötigen, fortschreitend von diesem wieder weggezogen.

[0023] Vorzugsweise ist eine Gegendruckplatte zum Anlegen der Leitung, insbesondere eines Schlauchs und Gegenhalten des von den Lamellen auf die Leitung bzw. den Schlauch ausgeübten Drucks vorgesehen. Besonders bevorzugt ist die Gegendruckplatte durch eine oder mehrere Federn innerhalb des Gehäuses der Pumpvorrichtung abgefedert, insbesondere durch Tonnenfedern, Blattfedern oder eine andere Federart. Hierdurch ist ein individuelles Einstellen des Gegendrucks auf die Leitung möglich, da bei Ändern der Anzahl und Art der Federn in Kombination mit der Gegendruckplatte jeweils unterschiedliche Gegenkräfte erzeugt werden können. Alternativ kann die Gegendruckplatte ohne Federn als festes Element vorgesehen werden. Der Federweg kann dann durch die Elastizität der Leitung bzw. des Schlauchs mit ausreichend großer Wandstärke aufgebracht werden.

#### Ausführungsbeispiel

[0024] Zur näheren Erläuterung der Erfindung werden im Folgenden Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen in:

[0025] **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung, die zur Verdeutlichung teilweise aufgeschnitten dargestellt ist,

[0026] **Fig. 2** eine Querschnittsansicht der Ausführungsform der Pumpvorrichtung gemäß **Fig. 1**,

[0027] **Fig. 3** eine perspektivische Ansicht einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung mit dem Detail der Welle, Lamellen, eines Schlauchs und einer Gegendruckplatte,

[0028] **Fig. 4** eine Draufsicht auf die Ausführungsform gemäß **Fig. 3**,

[0029] **Fig. 5** eine Schnittansicht durch die Ausführungsform gemäß **Fig. 3** entlang der Schnittlinie A-A in **Fig. 4**,

[0030] **Fig. 6** eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung mit dem Detail der Welle, Lamellen, eines Schlauchs und einer Gegendruckplatte,

[0031] **Fig. 7** eine Draufsicht auf die Ausführungsform gemäß **Fig. 6**,

[0032] **Fig. 8** eine Querschnittsansicht der Ausführungsform gemäß **Fig. 6** entlang der Schnittlinie B-B gemäß **Fig. 7**,

[0033] **Fig. 9** eine Darstellung der fortschreitenden Bewegung von Lamellen und Welle während eines Pumpvorgangs in der Abfolge von zwölf Schritten,

[0034] **Fig. 10** eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform des Details von Schlauch, Welle, Lamellen und Gegendruckplatte einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung,

[0035] **Fig. 11** eine perspektivische Schnittansicht der Ausführungsform gemäß **Fig. 10**, und

[0036] **Fig. 12** eine Querschnittsansicht der Ausführungsform gemäß **Fig. 10** durch eine Lamelle.

[0037] **Fig. 1** zeigt eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung **1**, die aufgeschnitten dargestellt ist. Die Pumpvorrichtung weist ein Gehäuse **2** auf, in dem eine peristaltische Antriebseinrichtung zum Erzeugen eines Fluidstroms in einem Schlauch **4** angeordnet ist. Der Schlauch besteht bevorzugt aus einem elastischen Material bzw. weist zumindest einen Abschnitt auf, der aus einem kompressiblen Material besteht. Mit diesem Abschnitt wird der Schlauch in einen Einlegebereich **5** eingelegt, wie dies auch der Querschnittsansicht in **Fig. 2** entnommen werden kann. Vor und hinter dem Einflussbereich der peristaltischen Antriebseinrichtung sind Druck- und Durchflusssensoren **6,7** angeordnet. Die Durchflussrichtung des Mediums innerhalb des Schlauchs durch diesen ist durch einen Pfeil **8** angegeben.

[0038] Die peristaltische Antriebseinrichtung **3** weist einen Antriebsmotor **9** auf, der an einer Welle **10** an deren einem Ende **11** angreift. Ein zweites Ende **12** der Welle ist innerhalb des Gehäuses gelagert, was jedoch den Figuren nicht im Detail entnommen werden kann. Die Welle **10** weist versetzt aneinandergesetzte Nockensegmente **13** auf. Auf die Nockensegmente sind Lamellen **14** aufgefügt. Zu diesem Zweck weisen diese jeweils eine Durchgangsöffnung **15** auf. Dies kann insbesondere besser den **Fig. 5** und **8** entnommen werden. Die Lamellen greifen mit ihren Stirnflächen **16** an der Außenseite **17** des Schlauchs an.

[0039] Auf der der peristaltischen Antriebseinrichtung hinsichtlich des Schlauchs gegenüber liegenden Seite ist eine Gegendruckplatte **18** angeordnet, gegen die die Stirnflächen der Lamellen arbeiten. Die Gegendruckplatte ist über eine Feder **19** federnd in einer Klappe **20**, die zum Einlegen des Schlauchs aufgeklappt werden kann, gelagert. Während der Drehbewegung der Welle werden die Lamellen abwechselnd aufgrund ihres Versatzes zueinander gegen den Schlauch bewegt und drücken diesen gegen die Gegendruckplatte **18**. Um ein Abklemmen bzw. zu starkes Klemmen des Schlauchs zu vermeiden, was unter anderem auch zu einem Zerquetschen von Blutplasma führen kann, ist die federnde Lagerung der Gegendruckplatte in Verbindung mit der beson-

deren Ausgestaltung der Welle **10** vorgesehen.

[0040] Die in den **Fig. 1** und **2** dargestellte Welle ist kernwellenlos, d. h. es ist keine durchgehende Kernwelle vorgesehen, auf die Nockenscheiben aufgefügt sind, sondern eine aus Nockensegmenten einstückig aufgebaute Welle. Aufgrund des Weglassens einer Kernwelle kann ein beliebiger Versatz zwischen den einzelnen Nockensegmenten vorgesehen werden. Insbesondere können die Nockensegmente so weit außerhalb einer gedachten Mittellinie **21** der Welle **10** vorgesehen werden, dass bei dem Vorsehen einer Kernwelle, wie dies im Stand der Technik offenbart ist, ein solches Nockensegment gar nicht mehr auf die Welle aufgebracht werden könnte. Hierdurch ist eine Vergrößerung des Hubes  $h$  gegenüber dem Stand der Technik möglich. Zugleich können auch die Lamellen geringere Abmessungen aufweisen, und insbesondere eine geringere Höhe  $c$ . Das Verhältnis zwischen der Lamellenhöhe und deren Hub beträgt etwa 3:1 oder besser. Im Stand der Technik sind lediglich Verhältnisse zwischen Lamellenhöhe und Hub von 5:1, 7,5:1 und schlechter möglich.

[0041] Beispielsweise beträgt der Hub  $h$  6 mm und die Lamellenhöhe  $c$  13 mm, wodurch sich ein Verhältnis von 2,17:1 ergibt. Im Stand der Technik sind Lamellen mit Höhen von 30 mm bei einem Hub von 4 mm üblich, wodurch sich ein Verhältnis von 7,5:1 ergibt. Mit der Pumpvorrichtung **1** gemäß der vorliegenden Erfindung ist somit ein höherer Durchsatz an Fluidvolumen durch den Schlauch möglich, das insbesondere bei 8 l/h liegen kann. Bei Pumpvorrichtungen mit so kleinen Abmessungen ist dies im Stand der Technik nicht möglich. Um diese Durchsätze zu erzielen, wären mit den Bauformen des Standes der Technik sehr große Abmessungen erforderlich. Diese sollen jedoch gerade bei medizinischen Anwendungen wie Infusions- und Transfusionspumpen sowie in der Dialyse möglichst vermieden werden, da die Patienten vorteilhaft die Pumpvorrichtungen bei sich tragen. Eine kleine Bauform ist mit der Pumpvorrichtung **1** gemäß der Erfindung möglich.

[0042] Um eine größere Stabilität der Welle **10** zu erhalten, kann ein Kernbereich **22** durchgehend sein, d. h. dieser wird von allen Nockensegmenten durchlaufen. Gemäß **Fig. 2** ist der Kernbereich **22** sehr klein. Beispielsweise kann der Kernbereich 0,8 mm betragen, wodurch sich der Lamellenhub bei gleicher Bauform von 6 mm auf 5,2 mm verringert. Hierbei wäre jedoch immer noch ein Verhältnis zwischen Lamellenhöhe und -hub von 2,5:1 gegeben. Dies ist somit immer noch gravierend besser als im Stand der Technik bei verbesserter Stabilität der Welle **10**.

[0043] Wie **Fig. 1** und **2** entnommen werden kann, sind die Nockensegmente **13** zueinander im Wesentlichen gleichmäßig versetzt. Bei den in diesen Figuren dargestellten neun Nockensegmenten ist ein Versatz von 40° zwischen den Nockensegmenten gewählt, so dass sich bei einer Umdrehung der Welle jede Lamelle einmal mit ihrer Stirnfläche an der Schlauchaußenseite anlegt. Selbstverständlich kann

auch ein anderer Versatz zwischen den Nockensegmenten gewählt werden sowie eine beliebig andere Anzahl von Nockensegmenten.

[0044] In den **Fig. 3** bis **5** ist eine weitere Ausführungsform eines Teils der Pumpvorrichtung dargestellt. Hierbei sind anstelle einzelner Federn, wie in der Ausführungsform nach **Fig. 2**, zwei Tonnenfedern **23** auf der Gegendruckplatte **18** vorgesehen, wie besonders gut den **Fig. 3** und **5** zu entnehmen ist. Die Gegendruckplatte ist über ein Scharnier **24** von den Lamellen weg schwenkbar angeordnet. Der Schlauch liegt in einer Mulde **25** in der Gegendruckplatte, wie dies in **Fig. 5** gezeigt ist. In der Darstellung gemäß **Fig. 5**, die eine Schnittansicht entlang der Linie A-A gemäß **Fig. 4** ist, drückt die Lamelle **14** mit ihrer Stirnfläche **16** gegen die Gegendruckplatte **18**. Durch das Vorsehen der Mulde **25** kann der Schlauch an dieser Stelle nicht vollständig zusammengedrückt und abgeklemmt werden. Jedoch wird vorzugsweise der Abstand der Welle bzw. der Nockensegmente in der äußersten Position zu der Gegendruckplatte so eingestellt, dass ein Abklemmen des Schlauchs ohnehin nicht zu befürchten steht. Seitliche Stege **27** in Längsrichtung der Lamellen auf deren Seitenflächen, wie besonders in **Fig. 4** und **5** zu sehen, dienen der Verringerung der Kontaktfläche zwischen den Lamellen und damit der Verminderung von Reibungsverlusten. Seitliche Stege **28** auf den Stirnflächen der Lamellen dienen der Reibungsverminderung.

[0045] Wie insbesondere der **Fig. 4** zu entnehmen ist, ist die in dieser Ausführungsform gezeigte Welle **10** kernwellenlos und ohne Kernbereich **22** ausgebildet. Das von links gerechnet achte Nockensegment ist in seiner ausgefahrenen Position so weit von der Mittellinie **21** entfernt bzw. liegt mit seiner Außenfläche an dieser so an, dass der Kernbereich zu Null wird. Die Außenfläche des Nockensegments kann sogar außerhalb der Mittellinie, in **Fig. 4** unterhalb der Mittellinie, liegen, was zu einem noch größeren Hub führt. Die Grenze wird hierbei lediglich durch die Stabilität der Welle gegeben, die auch hohe Belastungen durch große Durchflussvolumina vorteilhaft aushalten sollte.

[0046] Entsprechend den **Fig. 3** und **5** ist die Durchgangsöffnung **15** durch die Lamellen **14** als Langloch ausgebildet. In Längsrichtung der Lamellen entspricht hierbei die Öffnungsweite der Durchgangsöffnung im Wesentlichen dem Außendurchmesser des Nockensegments. In der hierzu quer angeordneten Richtung, also in Richtung der Höhe der Lamelle, öffnet sich die Durchgangsöffnung recht weit, so dass eine ausreichende Beweglichkeit während der Welleumdrehung gegeben ist. Die Öffnungsweite in dieser Richtung wird durch den Abstand der Außenflächen der Nockensegmente zur Mittellinie **21** bestimmt. Damit sich die Lamellen lediglich linear zu dem Schlauch hin und von esem weg bewegen, nicht jedoch in der Richtung senkrecht hierzu, ist die Öffnungsweite des Langloches ausreichend groß gewählt. Ein Klemmen der Lamelle auf dem Nocken-



segment wird vorzugsweise durch die Abmessungen und eine geeignete Materialwahl von Lamelle und Nockensegmenten bzw. Welle vermieden. Beispielsweise wird die Welle aus einem Kunststoff, insbesondere aus Kohlefaserwerkstoff, insbesondere CFK, hergestellt. Es kann jedoch auch ein glasfaserverstärktes Polymer gewählt werden, was sich besonders vorteilhaft hinsichtlich der Lagerung der Welle im Gehäuse und an der Antriebseinheit, insbesondere dem Motor **9**, bewährt. Außerdem ist mit diesen Werkstoffen eine hohe Genauigkeit zwischen dem ersten und letzten Nockensegment möglich, wodurch ein Klemmen in den im Wesentlichen gleichen Durchgangsöffnungen der Lamellen vermieden werden kann. Hierbei werden beispielsweise Genauigkeiten von 5/100 mm erzielt. Die Lamellen bestehen beispielsweise ebenso aus einem Kunststoff. Die Materialwahl für Lamellen und Welle wird bevorzugt von den auftretenden Beanspruchungen abhängig gemacht, insbesondere ein Kunststoff in Abhängigkeit von der erforderlichen Festigkeit gewählt.

[0047] Eine weitere alternative Ausführungsform der Antriebseinrichtung der erfindungsgemäßen Pumpvorrichtung ist in den **Fig. 6 bis 8** gezeigt. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß **Fig. 3 bis 5** ist eine Blattfeder **26** anstelle der Tonnenfedern **23** zum federnden Abstützen der Gegendruckplatte **18** vorgesehen. Bei Vorsehen einer Blattfeder ist es nicht unbedingt erforderlich, die Gegendruckplatte als Klappscharnier auszubilden, sondern es kann vielmehr die Gegendruckplatte nach dem Einlegen des Schlauchs vor diesen gefügt und die Blattfeder nachfolgend eingeschoben werden. Die Gegendruckplatte **18** gemäß dieser Ausführungsform weist keine Mulde zum Einfügen des Schlauchs bzw. eines Teils von diesem auf, wie dies insbesondere in **Fig. 8** zu sehen ist. Anstelle der dargestellten Ausführungsform können beispielsweise ein, zwei oder mehrere dünne Blattfedern an den Seiten der Gegendruckplatte vorgesehen werden.

[0048] **Fig. 8** zeigt einen Schnitt durch die von der Antriebsseite her gesehen erste Lamelle, wobei die **Fig. 6 und 7** im Vergleich zu den **Fig. 3 und 4** eine um 180° gewendete Antriebseinheit zeigen. **Fig. 7** kann dabei im Bereich des achten Nockensegments entnommen werden, dass ein ganz geringer Kernbereich **22** bei dieser Welle **10** vorgesehen ist. Der Kernbereich ist nur in diesem Bereich angedeutet, um die Klarheit der übrigen Darstellung nicht herabzusetzen.

[0049] In **Fig. 9** ist die Abfolge der fortschreitenden Bewegung der Lamellen bei einer Wellenumdrehung in 12 Schritten I bis XII dargestellt. Im Schritt I klemmt die von links gesehen erste, von rechts gesehen letzte Lamelle, nämlich die zwölfte, den Schlauch **4**. Die von rechts gesehen erste Lamelle ist kurz davor, den Schlauch zu klemmen. Im Schritt II liegt der umgekehrte Fall vor, die von rechts gesehen letzte Lamelle wurde ein Stück zurückgezogen, wohingegen die von rechts gesehen erste Lamelle nun auf den Schlauch

drückt. Hierdurch kann ein Fluidvolumen sicher zwischen der ersten und letzten Lamelle eingeklemmt werden, was insbesondere bei der Dialyse sehr wichtig ist, um den Rückfluss des Fluids bzw. Mediums zu dem Patienten sicher zu verhindern.

[0050] In dem Schritt III sind erste und letzte Lamelle wieder ein Stück zurück gewichen und die von rechts gesehen zweite Lamelle klemmt nun den Schlauch. Bei Fortschreiten der Bewegung klemmt im Schritt IV die von rechts gesehen dritte Lamelle den Schlauch und im Schritt V die von rechts gesehen vierte Lamelle. Die übrigen Lamellen weichen jeweils fortschreitend ein Stück zurück. Bei weiterer Drehung der Welle **10** klemmt im sechsten Schritt die von rechts gesehen fünfte Lamelle den Schlauch und im siebten Schritt die von rechts gesehen sechste Lamelle. Im sechsten Schritt ist die letzte Lamelle maximal von der Schlauchaußenseite **17** weggezogen, die von rechts gesehen erste Lamelle fasst maximal. Zwischen der am weitesten von der Schlauchoberfläche weggezogenen und der gerade klemmenden Lamelle kann der Hub  $h$  bestimmt werden, also das Maß, um das die Lamellen maximal hin und her bewegt werden.

[0051] Im Schritt VIII klemmt die von rechts gesehen siebte Lamelle den Schlauch und im Schritt IX die von rechts gesehen achte Lamelle. Im Schritt VIII nähert sich die von rechts gesehen letzte Lamelle wieder dem Schlauch, wohingegen die von rechts gesehen erste Lamelle nun maximal von seiner Außenseite entfernt ist. Hingegen nähert sich im Schritt IX auch die erste Lamelle wieder der Schlauchaußenseite. Im Schritt X klemmt die von rechts gesehen neunte Lamelle und im Schritt XI die von rechts gesehen zehnte Lamelle. In diesem Schritt tritt auch die von rechts gesehen letzte Lamelle wieder in den Klemmvorgang ein und vermindert das Durchgangsvolumen des Schlauchs bereits um ein Stück. Im Schritt XII klemmt die von rechts gesehen elfte Lamelle und die von rechts gesehen erste Lamelle beginnt wieder, das Schlauchvolumen in diesem Bereich zu verringern. Als nächster Schritt folgt dann wieder der Schritt I. Bei gleichmäßigem Versatz der Nockensegmente der Welle und somit auch der Lamellen zueinander, vorausgesetzt, die einzelnen Lamellen weisen gleiche Abmessungen auf, wird somit eine sinusförmige Klemmbewegung der Lamellen erzeugt, wodurch die Fluidströmung durch den Schlauch erzeugt werden kann.

[0052] Die **Fig. 10 bis 12** zeigen eine weitere Ausführungsform eines Teils einer Pumpvorrichtung. Bei dieser sind anstelle nur einer längs parallel zum Schlauch verlaufenden Blattfeder wie in **Fig. 6** gezeigt, endseitig quer zu diesem angeordnete Blattfederpaare **29** vorgesehen, die auf die Gegendruckplatte **18** drücken. Wie zu den vorigen Figuren beschrieben, üben sie einen Gegendruck zu den sich bewegenden Lamellen **14** aus, wie besonders **Fig. 11** zu entnehmen ist. In dieser Figur weist die Welle **10** an dem einen Ende **11** eine Vierkant-Innen-

öffnung **30** auf, in die ein Sensor eingefügt werden kann. Dieser ist dadurch an der relevanten Stelle und zugleich platzsparend und geschützt angeordnet.

[0053] In **Fig. 12** ist eine Ausbildung der Lamellen **14** im Längsschnitt gezeigt. Hier wird die Führung dadurch verbessert, dass die Lamellen über ihre gesamte Länge in dem die Lamellen aufnehmenden Gehäuseteil **31** geführt werden. Die Führungslänge wird damit also maximiert und die Führung verbessert.

[0054] Neben den im Vorstehenden beschriebenen und in den Figuren abgebildeten Ausführungsformen können noch weitere gebildet werden, bei denen jeweils eine Zwangsführung der Lamellen vorgesehen ist, also ein System zum Zurückziehen der Lamellen von einer rhythmisch zu klemmenden Leitung und bei denen ein großer Hub im Vergleich zu der Lamellengröße erzielt werden kann.

#### Bezugszeichenliste

|    |                                    |
|----|------------------------------------|
| 1  | Pumpvorrichtung                    |
| 2  | Gehäuse                            |
| 3  | peristaltische Antriebseinrichtung |
| 4  | Schlauch                           |
| 5  | Einlegebereich                     |
| 6  | Drucksensor                        |
| 7  | Durchflusssensor                   |
| 8  | Pfeil                              |
| 9  | Motor                              |
| 10 | Welle                              |
| 11 | erstes Ende                        |
| 12 | zweites Ende                       |
| 13 | Nockensegment                      |
| 14 | Lamelle                            |
| 15 | Durchgangsöffnung                  |
| 16 | Stirnfläche                        |
| 17 | Außenseite                         |
| 18 | Gegendruckplatte                   |
| 19 | Feder                              |
| 20 | Klappe                             |
| 21 | Mittellinie                        |
| 22 | Kernbereich                        |
| 23 | Tonnenfeder                        |
| 24 | Scharnier                          |
| 25 | Mulde                              |
| 26 | Blattfeder                         |
| 27 | seitlicher Steg                    |
| 28 | seitlicher Steg                    |
| 29 | Blattfederpaar                     |
| 30 | Vierkant-Innenöffnung              |
| 31 | Gehäuseteilh                       |
| h  | Hub                                |
| c  | Lamellenbautiefe                   |
| l  | Lamellenlänge                      |

#### Patentansprüche

1. Pumpvorrichtung (1) mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung (3) zum Pumpen eines Mediums

durch eine Leitung (4) mit zumindest einem kompressiblen Abschnitt, enthaltend eine einstückige Welle (10) mit versetzt zueinander angeordneten Nocken und aufgeführten Lamellen (14), wobei eine Zwangsführung für die Lamellen (14) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Nocken Nockensegmente (13) sind und das Verhältnis zwischen Lamellenhöhe (c) und -hub (h) bei etwa 3:1 oder weniger liegt.

2. Pumpvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (10) kernwellenlos ist.

3. Pumpvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (10) einen dünnen durchgehenden Kernbereich (22) aufweist, insbesondere einen durchgehenden Kernbereich (22) mit einem Durchmesser von unter 1 mm.

4. Pumpvorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gegendruckplatte (18) zum Anlegen der Leitung, insbesondere eines Schlauchs (4) und Gegenhalten des von den Lamellen (14) auf die Leitung bzw. den Schlauch (4) ausgeübten Drucks vorgesehen ist.

5. Pumpvorrichtung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegendruckplatte (18) durch eine oder mehrere Federn (19, 23, 26) innerhalb eines Gehäuses der Pumpvorrichtung (1) abgefedert ist, insbesondere durch Tonnenfedern (23), Blattfedern (26) oder eine andere Federart.

6. Welle (10) für eine Pumpvorrichtung (1) mit einer peristaltischen Antriebseinrichtung (3), insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Welle einstückig geformt ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (10) kernwellenlos mit zueinander versetzten, aneinander angrenzenden Nockensegmenten (13) ausgebildet ist.

7. Welle (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine ungerade oder gerade Anzahl von Nockensegmenten (13) vorgesehen ist.

8. Welle (10) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Nockensegmente (13) so zueinander versetzt sind, dass nur ein Nockensegment einen maximalen Abstand zu einer fiktiven Mittellinie (21) der Welle (10) aufweist.

9. Welle (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein gleichmäßiger Versatz der Nockensegmente (13) vorgesehen ist, insbesondere ein Versatz von 40° bei neun Nockensegmenten (13).

10. Welle (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (10) aus ei-



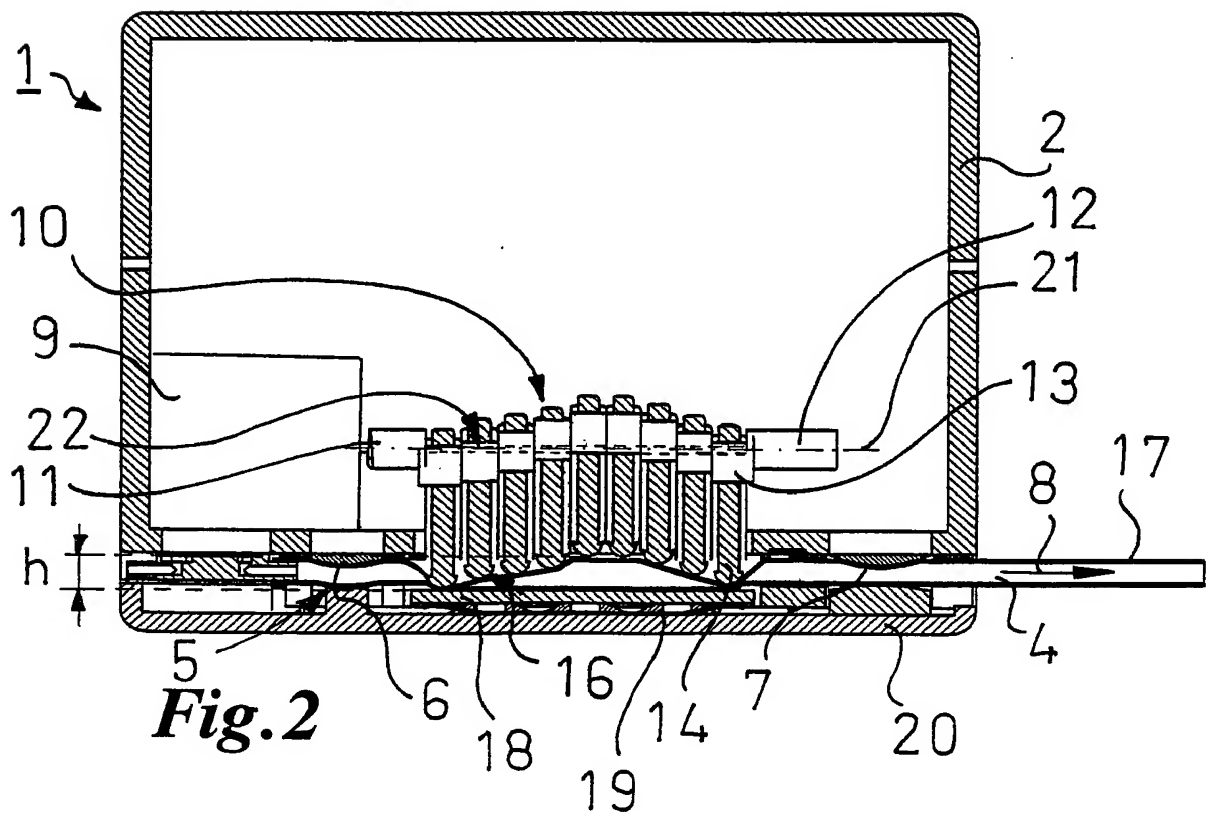
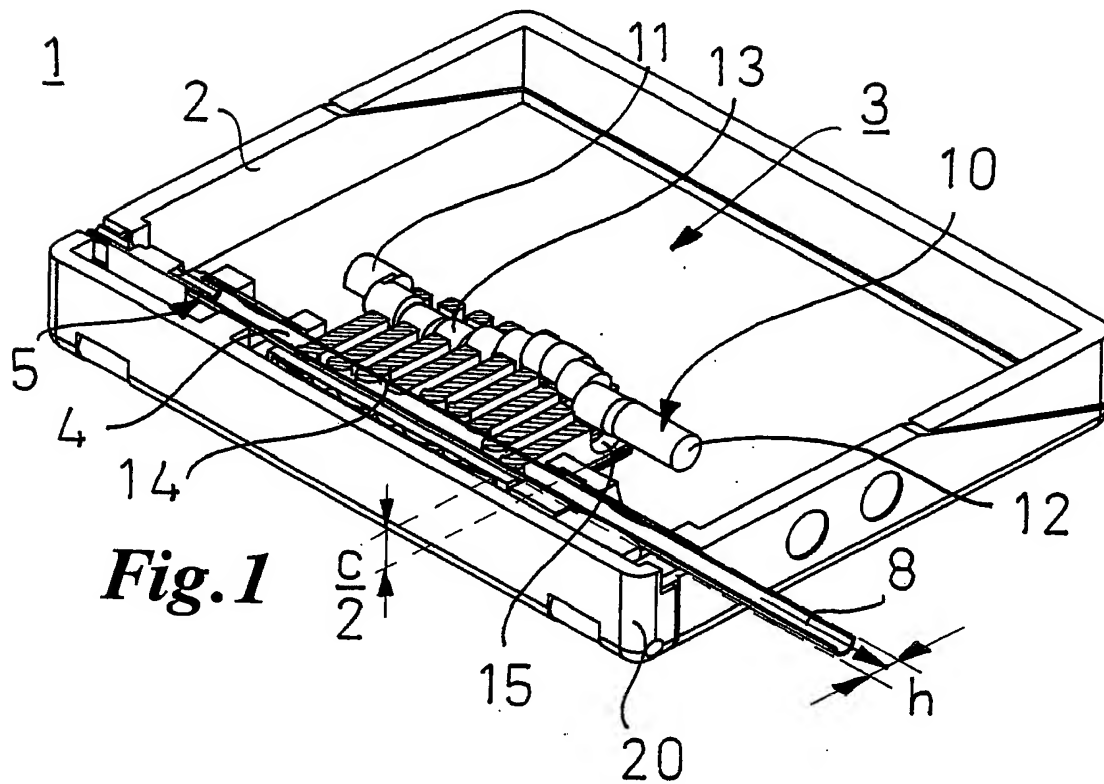
nem Kunststoffmaterial, insbesondere einem Kohlefaser-Werkstoff, einem glasfaserverstärkten Polymer oder einem anderen stabilen und maßhaltigen Material besteht.

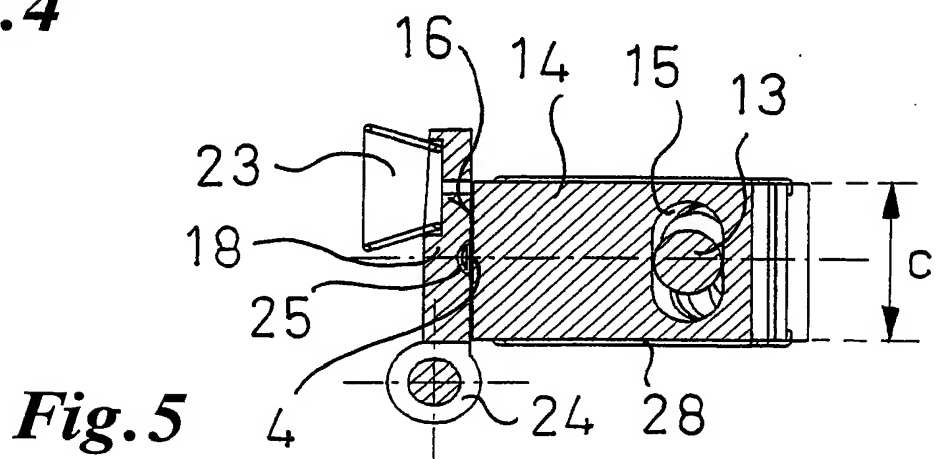
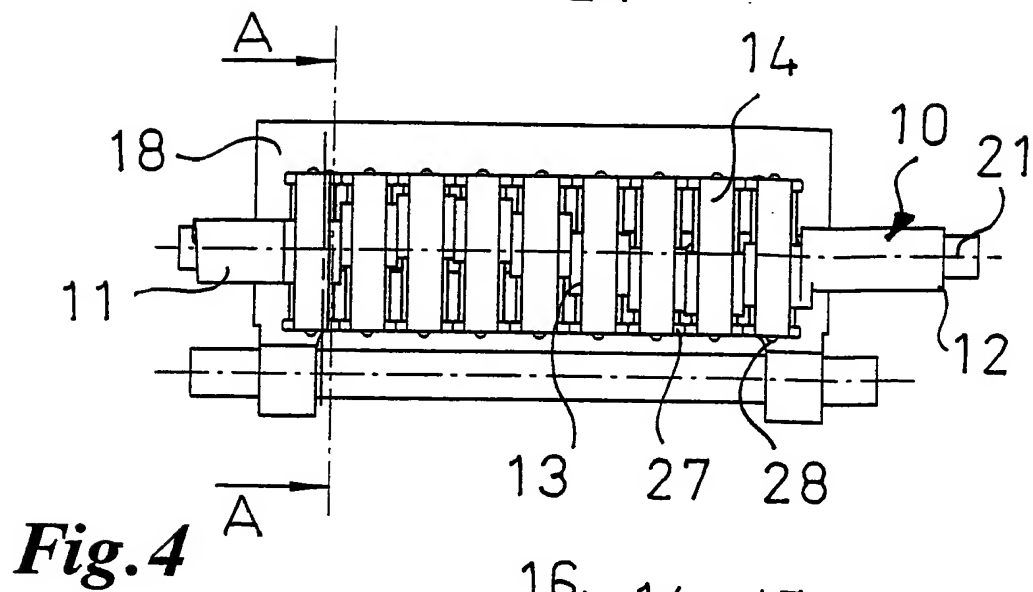
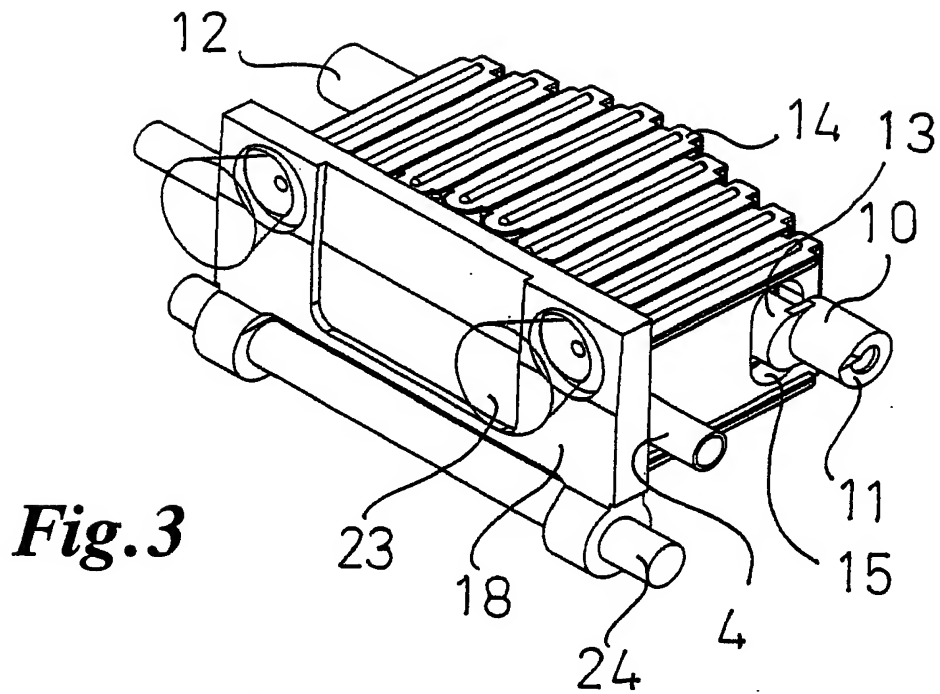
11. Lamelle (14) zur Verwendung mit einer Pumpvorrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit einer Durchgangsöffnung (15), dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (15) in Längsrichtung im Wesentlichen dem Außendurchmesser eines Nockensegments (13) einer Welle (10) entspricht, auf die die Lamelle (14) beweglich auffügbar oder aufgefügt ist.

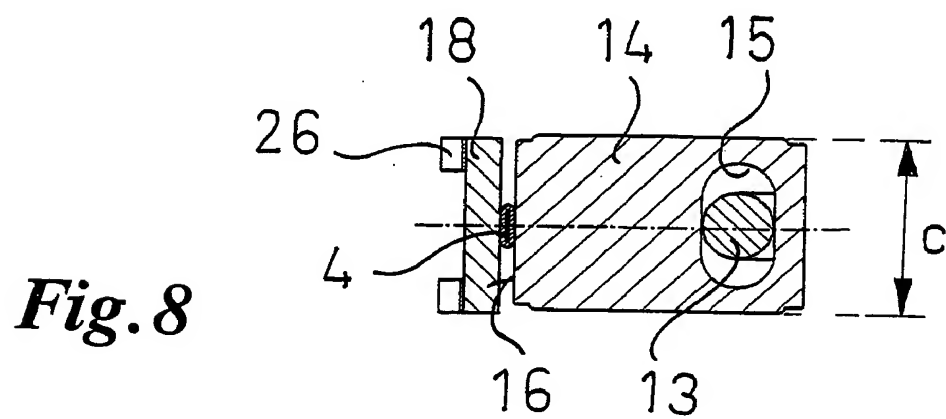
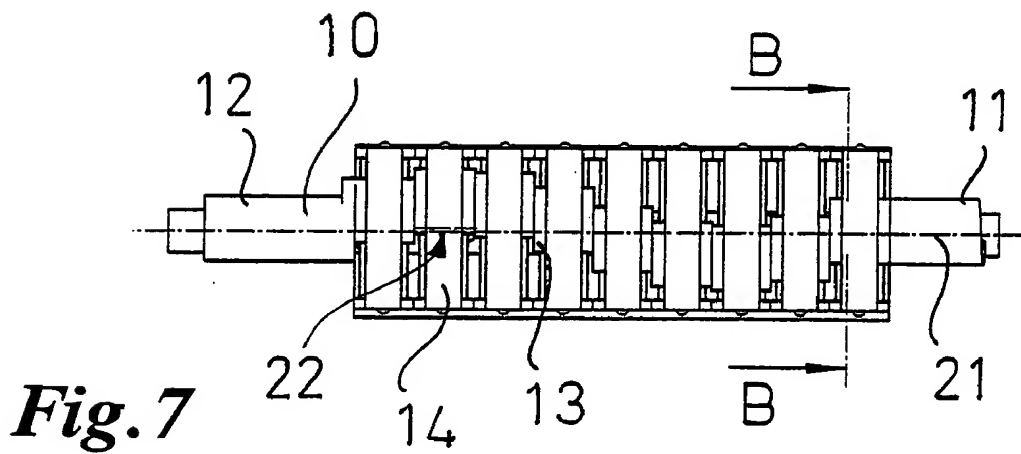
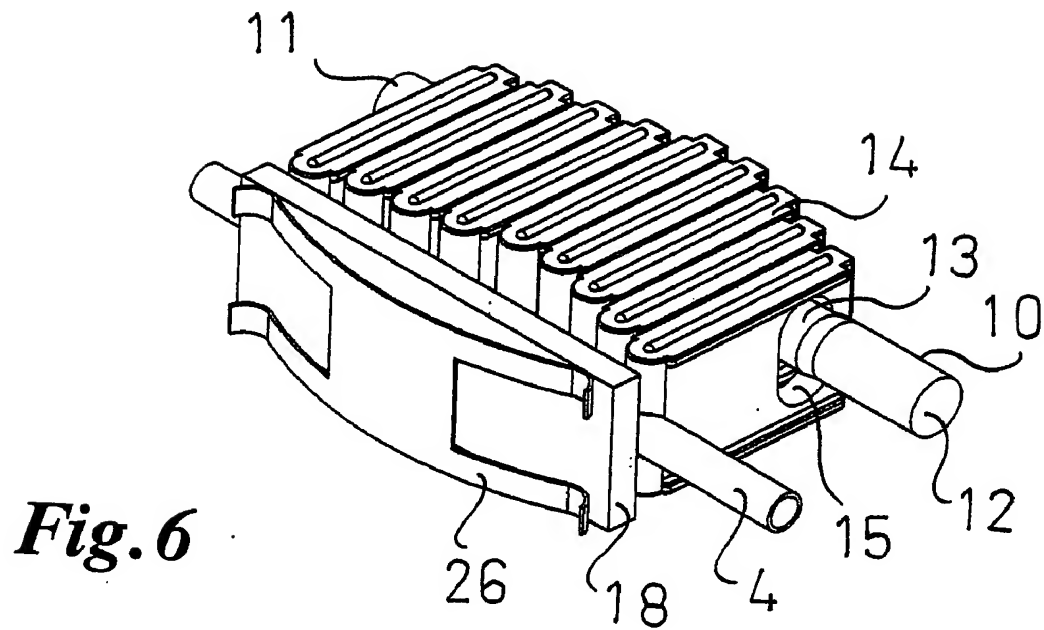
12. Lamelle (14) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchgangsöffnung (15) im Wesentlichen ein Langloch ist mit einer größeren Erstreckung quer zur Längsrichtung der Lamelle (14).

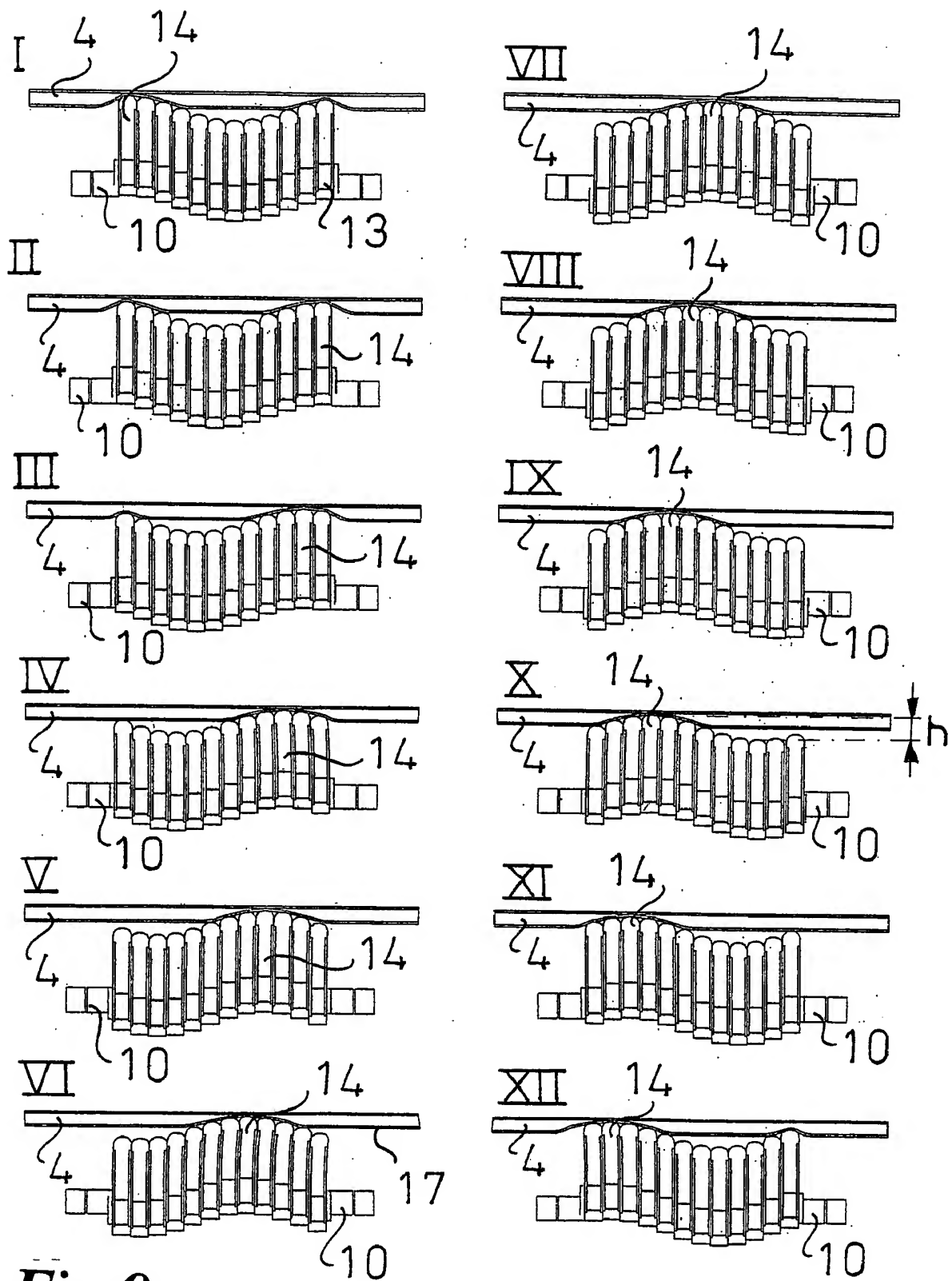
13. Verwendung der Pumpvorrichtung (1) als Infusionspumpe, Transfusionspumpe, für die Dialyse oder als Schlauchpumpe für andere medizinische Zwecke.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

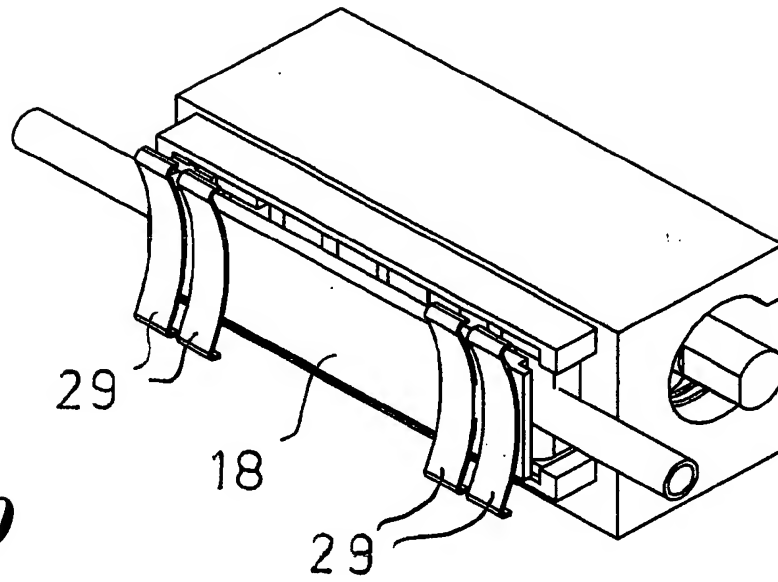




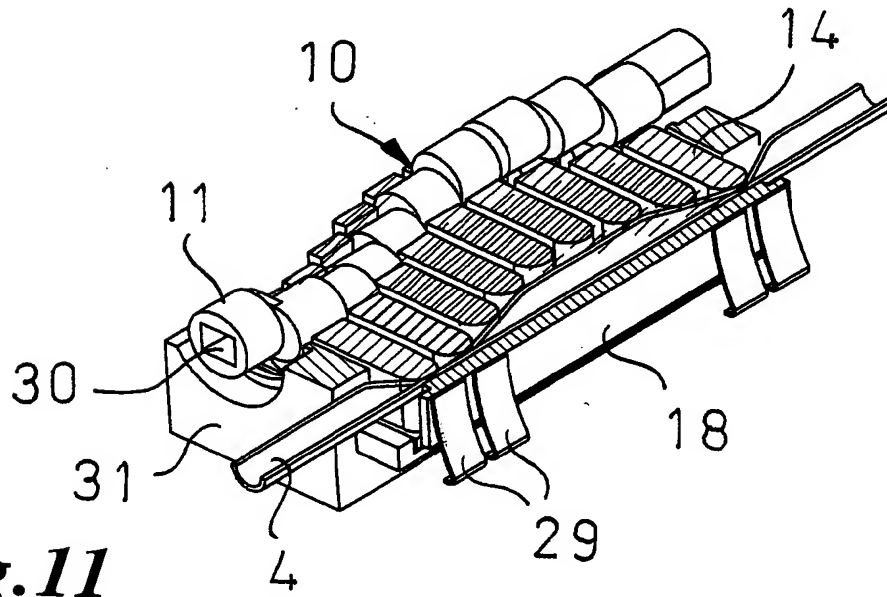




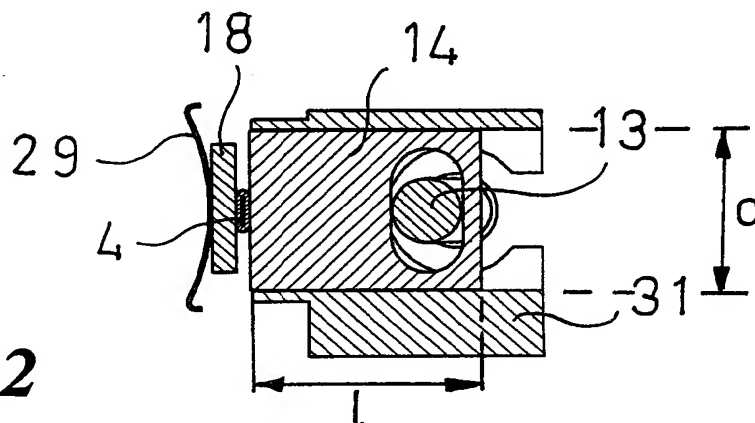
**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**